

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yasuo MANABE, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: METHOD FOR REFORMING A1 ALLOY CASTINGS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. _____ Date Filed _____
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2002-297227

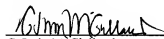
October 10, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


C. Irvin McClelland
Registration No. 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

2771
JS

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 7 2 2 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 7 2 2 7]

出 願 人 株 式 会 社 神 戸 製 銅 所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 7 9 5 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 30802
【提出日】 平成14年10月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C21D 8/00
【発明の名称】 A1合金鑄造品の改質法
【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸
製鋼所 高砂製作所内

【氏名】 真鍋 康夫

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸
製鋼所 高砂製作所内

【氏名】 米田 慎

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸
製鋼所 高砂製作所内

【氏名】 小舟 恵生

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸
製鋼所 高砂製作所内

【氏名】 藤川 隆男

【特許出願人】

【識別番号】 000001199

【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

【代理人】

【識別番号】 100067828

【弁理士】

【氏名又は名称】 小谷 悦司

【選任した代理人】

【識別番号】 100075409

【弁理士】

【氏名又は名称】 植木 久一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703961

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 A1合金鑄造品の改質法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 A1合金鑄造品に温度および圧力を作用させて機械的特性を改質するに当り、該A1合金鑄造品に高温・高圧処理を施した後、当該処理品の温度を保持した状態で減圧し、引き続き溶体化処理、クエンチおよび時効処理を順次実施することを特徴とするA1合金鑄造品の改質法。

【請求項2】 前記高温・高圧処理に先立って、被処理品を予め当該処理温度近傍に予熱し、次いで加圧して所定時間保持した後、処理品の温度を保った状態で減圧し、引き続き溶体化処理、クエンチおよび時効処理を順次実施する請求項1に記載の改質法。

【請求項3】 前記高温・高圧処理に先立って行われる予熱を、当該高温・高圧処理に用いる断熱構造体の内部で行う請求項2に記載の改質法。

【請求項4】 前記溶体化処理を、高温・高圧処理に用いる断熱構造体の内部で行う請求項1～3のいずれかに記載の改質法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、A1合金鑄造品、殊に析出硬化型A1合金鑄造品を加熱・加圧処理して機械的特性を改質する方法に関し、より詳細には、高温・高圧のガス圧力による改質法（以下、HIP法という）と、大気圧下での熱処理（溶体化処理、クエンチ、時効処理）をうまく組み合わせることにより、鑄造品の機械的特性を効率よく且つ経済的に改質し得る様に改善された方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】

近年、自動車産業を始めとする様々の分野では、省エネルギー化および低公害化の増進を期して車体の軽量化が大きな課題となっており、従来の鉄鋼材料に代わる軽量金属材として比重が約1/3であるA1合金などを利用する傾向が増大してきている。そして複雑形状のA1合金部品を成形する方法としては、異形成

形性と量産性を含めた経済性の観点から鑄造法が汎用されている。

【0003】

但し、成形に鑄造法を採用できるA1合金の種類には制限があり、例えばダイキャスト法では、成形時に空気の巻き込みが起こると再加熱時にブリストアと呼ばれる気孔欠陥が発生するので、熱処理や溶接をせずとも必要な強度を確保することのできるA1合金が選択される。また砂型鑄造法では、高圧鑄込みを採用することができず、空気の巻き込みが起こらないように緩速で鑄込まねばならないので、湯流れの良好なA1合金であって、且つ、熱処理により強度特性を確保することのできるA1合金が選択される。

【0004】

しかし何れにしても、様々の制約から、強度的に保証されている鑄造用A1合金の引張強度は高々200~250MPa程度までであり、鉄鋼材料に較べると約半分以下に過ぎず、強度不足は否めない。また鑄造品の場合、金属溶湯内に含まれるガスに起因する気孔欠陥や、凝固収縮によって生じる引け巣の発生が避けられず、これらが鑄造品の機械的特性、特に疲労強度や延性を低下させる大きな要因になっている。

【0005】

これらの問題を解消するため、以下に説明する如く様々の改善法が提案されているが、いずれも工業的規模での実用性を考えると満足し得るものとは言えず、解決すべき課題が山積している。

【0006】

例えば気孔欠陥の防止対策については、鑄造後、高温・高圧ガス雰囲気下で処理して気孔欠陥を潰すHIP処理法が知られているが、高圧設備の使用に伴う処理コストの問題があるため、量産製品に汎用されるまでには至っていない。尚この場合も、強度の確保に熱処理を必要とするA1合金の場合は、HIP処理の後に再加熱してから、溶体化処理、水クエンチ、時効処理を順次行って目標レベルの強度特性を確保するのが通例となっている。

【0007】

例えば図1は、HIP法を採用する場合の公知の温度・圧力操作条件を示す説

明図であり、Al 合金鑄造品を処理する場合の一般的なHIP処理条件は、温度が500～530℃、圧力が100MPa前後、時間が1～3時間程度である。この場合、被処理品をHIP装置へ装入してから取り出すまでの時間は、被処理品装入後のHIP装置内の真空引きとガス置換に要する時間や、所定の高温・高圧保持前後の加熱・加圧や降温・降圧に要する時間的制約があり、実際の高温・高圧保持時間に対して4時間程度は余分に必要となるため、全体としての所要時間は6～8時間程度となる。

【0008】

また通常の設定では、熱処理装置とHIP装置がかなり離れた場所にあることも多く、HIP処理後の処理品は一旦大気中で放置し、熱処理装置のある場所まで移送した後、再加熱して熱処理を行っている。HIP処理後に行われる熱処理は、図1に示した様に、溶体化処理（6～10時間）→水クエンチ→時効処理（8～12時間）の3工程を含む「T6処理」が一般的であり、トータルとして21～30時間を要する。

【0009】

このような熱処理を必要とする合金鑄造品をHIP処理するに当っては、通常はHIP処理温度が溶体化処理温度とほぼ同等か若しくはやや低温側であることから、HIP処理と並行して溶体化処理を行うことができれば、処理工程を簡略化できると共に所要時間も短縮し得ると考えられ、古くから検討がなされてきた。しかし実際には、高圧ガスの使用に由来する種々の問題から、HIP処理工程と並行して溶体化処理を行う処理技術は実用化されていない。

【0010】

この点に関する技術上最大の課題は、HIP処理における高温・高圧保持後の冷却速度が遅いため、冷却過程で合金成分の一部が析出することである。そこで、冷却速度を高めることによって合金成分の析出を防止する方法が検討され、例えば、1200℃前後の温度でHIP処理が行われるNi基やFe基の鑄造品については、HIP処理装置内で冷却する際の冷却速度を30～100℃/分にも高めることによってこの問題を解決すべく、HIP装置内で高圧ガスを強制対流させる急冷HIP装置が開発されている（特許文献1など）。これらの合金鑄造品

では、HIP処理温度である1000～1200℃の高温域から400℃程度までの温度域を急冷すればよく、また30～100℃/分程度の冷却速度でも、合金の種類によっては効果があると言われている。

【0011】

しかしAl合金鑄造品の場合は、HIP処理温度が500～550℃程度と低温であるため、HIP処理と並行して溶体化処理を実施しようとする、150℃以下の温度域までを100℃/分程度以上、好ましくは1000℃/分以上の速度で急冷しなければならず、前掲の急冷HIP装置ではこのような急冷速度を実現することができない。こうした理由もあってAl合金鑄造品については、HIP装置の高圧容器内で水クエンチに相当する急冷速度を実現することは困難とされている。

【0012】

他方、ガス圧HIP処理では、加圧・減圧に長時間を要するという問題が短サイクル化を妨げる要因の一つであることから、ガス以外の圧力媒体を使用する加圧法も検討されている。たとえば、Al合金などの軽合金鑄物については、溶体化処理と急冷と時効処理の3つの処理を組み合わせる際に、溶体化処理を少なくとも部分的な熱間等方圧プレス（HIP法と同義）によって行い、或いは、溶体化処理そのものに熱間等方圧プレスを採用することが開示されている（特許文献2など）。

【0013】

熱間等方圧プレス（HIP法）は溶体化処理と同等の温度で行われるので、HIP処理のための高温保持後に急冷することができれば、HIP処理と溶体化処理を並行して実施し得ると考えられ、こうした着想自体は前述した如くHIP法の分野ではよく知られている。問題は、高圧ガスを用いるHIP法では、上記の如く保持後の冷却工程で、熱処理に必要な急冷を実現できなかったことにある。ところがこの従来技術では、圧力媒体として溶融塩、すなわち液体を使用することで高圧保持後の減圧を短時間で実施可能とし、減圧時の温度低下を最小限に抑えと共に、処理品を収納したバスケットを溶融塩から素早く取り出して急冷工程へ移送することで、熱処理に必要な急冷を実現可能としている。

【0014】

この従来技術における温度・圧力の変化は図2に示す通りである。この文献にはガス圧も含めた記載がなされているが、ガス圧でHIP処理を行うことによる利点と課題については全く記載されておらず、また、熔融塩を用いた液圧HIPで圧力700～1200bar、保持時間1分以下が好ましいと記載されていることから、熔融塩を用いた熱間等方圧プレスを使用することを前提としているものと理解される（非特許文献1など）。

【0015】

なお熔融塩を用いたこの種のHIP処理法についても、Al合金の如き軽合金以外の材料を含めて古くから検討されている。しかし、熔融塩の使用に伴うハンドリング性の問題、すなわち装置周辺にこぼれた熔融塩による金属製機械・機具類の腐食などの設備環境汚染や、処理後の製品の水洗に要する工程数の増大、洗浄に用いた水からの塩の回収と系外への排出を防止するための排水処理などの問題を有していることもあって、この方法も現在のところ実用化されるまでには至っていない。しかも、今後ますます要望が高まってくることの明らかな環境への配慮を考えると、この方法は好ましい方法とは言い難い。

【0016】

上記の様な状況も含めて、Al合金鑄造品の改質技術に求められる課題としては、①対象とする金属材の熱処理を含めた素材本来の機械的特性を十分に満足する製品への改質を、②高歩留りで、③生産性良く、且つ④安価に、⑤環境にやさしく、⑥省エネルギー的方法で実現し得ること、が挙げられる、こうした観点からすると、前掲の従来技術には以下に示す様な点で更なる改善が求められる。

【0017】

即ち前掲の特許文献2に開示されている様な従来技術によれば、HIP法によって気孔欠陥を除去し、熱処理によって微細組織を最適化できるので、上記①の機械的特性を満たし且つ②高歩留りが得られる点で有用であり、しかも、大気や水の汚染原因となる副材料の排出もなく⑤の環境問題も生じないという利点を有している。しかし、HIP処理後の熱処理を必須とするので処理工程が長くなり、前記③の問題が残される他、それに伴って処理コストが高くなるという④の問

題、更に、H I P 処理後は溶体化処理のため再加熱しなければならないので、前記⑥の省エネルギー化の問題も残される。

【0018】

また前記非特許文献1に見られるような従来技術では、溶体化処理の最終工程でH I P 処理を組み合わせるため実施するので、前記①、②、③の課題に対応し得る他、④および⑥の課題にもある程度対応できる。しかし、前記⑤として掲げた環境汚染の問題は極めて重大であり、今後の社会情勢を考えると将来性を欠く。

【0019】

【特許文献1】

特公昭61-47901号公報、第4図など。

【特許文献2】

特開2001-262295号の請求項1、9など。

【非特許文献1】

Metallurgical Science and Technology, Vol.19, No.1, June 2001のFig.6-
b。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、特に前記特許文献2などに開示されている様な方法が有している利点、即ち環境にやさしく今後の社会情勢にも適合し得る特性を確保しつつ、この種の技術に指摘される3つに課題、すなわち③生産性（短時間の処理）、④処理コスト、⑥省エネルギー化の問題を解決し、前掲の解決課題を全て達成し得る様な改質法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決することのできた本発明にかかるA l 合金鑄造品の改質法とは、A l 合金鑄造品に温度および圧力を作用させて機械的特性を改質するに当り、該A l 合金鑄造品に高温・高圧処理（H I P 処理）を施した後、当該処理品の温度を保持した状態で減圧し、引き続き溶体化処理、クエンチおよび時効処理を

順次実施するところに要旨が存在する。

【0022】

本発明の方法を実施するに当っては、上記H I P 処理に先立って、被処理品を予め当該処理温度近傍に予熱し、次いで加圧して所定時間保持した後、処理品の温度を保った状態で減圧し、引き続き溶体化処理、クエンチおよび時効処理を順次実施する方法は、効率のよい方法として推奨される。この際、前記高温・高圧処理に先立って行われる予熱を、当該高温・高圧処理に用いる断熱構造体の内部で行い、或いは前記溶体化処理を、高温・高圧処理に用いる断熱構造体の内部で行う様にすれば、熱効率を高めることができるので好ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照しつつ詳細に説明していく。

【0024】

図3は、本発明の代表的な実施例を示す工程説明図である。本図において温度は、本来的には処理品（A1 鋳造品）の温度自体が図示する温度になる様に制御することが望ましいが、実際には炉内温度を基準にして操業される。

【0025】

この処理法を実施する際の態様は、大きく2つに分類される。1つは、H I P 処理に通常のH I P 装置を使用し、熱処理には既存の溶体化処理、水クエンチ装置、時効処理炉を用いる方法であり、もう1つは、H I P 処理と熱処理を連続的に行うことのできる専用のシステム化された設備を用いる方法である。以下、それぞれについて説明していく。

【0026】

まず、通常のH I P 装置を使用する場合について説明する。

【0027】

この種の装置を用いて改質処理を行うに当っては、被処理品を、セラミックス繊維の如く耐熱性を有し且つ気孔率が大きくて断熱性に富んだ材料（以下、耐熱気孔断熱材ということがある）で被包した状態でH I P 装置内へ装入する。次いで、H I P 装置内を真空引きし、非酸化性ガス（窒素やアルゴンなど）で置換し

た後、H I P 処理条件まで昇温・昇圧する。昇圧のための圧媒ガスとしては同様に窒素やアルゴン等が使用されるが、これら高圧の圧媒ガスは高密度・低粘性で激しい熱対流を生じるので、大気圧下で加熱する場合に較べると加熱効率が高く、処理品は短時間で速やかに所定温度まで昇温できる。特に高圧ガス雰囲気中では、上述した如く耐熱気孔断熱材で被処理品を被包した状態でも、高圧ガスの対流はそれほど抑制されないで、被処理品の加熱昇温に及ぼす影響は少ない。従って、ガス加圧しつつ若しくは高圧ガス圧力下で加熱すれば、被処理品を内部まで、短時間の加熱で雰囲気温度と同等の温度にまで上昇させることができる。H I P 処理のための最終的な温度・圧力保持の条件は、A l 合金鋳造品の種類によって若干異なるが、一般的な温度は溶体化処理温度とほぼ同じ 500 ~ 540℃、圧力は 50 ~ 200 MP a 程度である。

【0028】

圧力保持の時間については、加圧の目的が、被処理品の内部に存在する気孔や引け巣の圧潰による真密度化のみである場合は、被処理品の温度が内部まで上記温度に到達しておれば、10 ~ 30 分程度で十分である。但し加圧には、上記目的に加えて合金元素の固溶量を増加させる効果があり、この効果をも有効に発揮させるためには、適切な温度・圧力で 1 ~ 3 時間保持することが推奨される。

【0029】

具体的には、A l - S i 系合金の場合、大気圧下では、共晶点 (578℃) における S i の最大固溶量は約 1.5 原子%に過ぎないが、100 MP a では約 1.9 原子%に、また 200 MP a では約 2.4 原子%にまで固溶量が増大する。この様に、析出 S i の母相への拡散は加圧条件下で著しく促進されるので、大気圧下で溶体化処理する場合に較べて溶体化処理時間を大幅に短縮できる。例えば、大気圧下では 8 時間程度は必要とされる溶体化処理時間を、加圧下では 2 ~ 3 時間程度に短縮した場合でもほぼ同等の効果を確保できる。

【0030】

所定の温度・圧力で所定時間保持した後は、当該温度を保持したまま高圧ガスを H I P 装置内部から抜き出して放圧する。このとき、放圧速度にもよるが、装置内の温度はガスの膨張に伴って降下するので、放圧時には、H I P 装置に設

けられたヒーター等の加熱手段によって加熱し所定温度を維持するのがよい。大気圧まで放圧した後は、耐熱気孔断熱材で被包された処理品をH I P装置から取り出し、溶体化処理炉へ移送する。

【0031】

従来技術では、前にも指摘した通り室温の大気中を搬送する際の処理品の温度低下が大きな問題となるが、上記の様に被処理品を耐熱気孔断熱材で被包しておけば、大気圧下では該断熱材の被包作用によって温度降下が抑制される。しかし、この移送時間を極力短縮することが好ましいことはいうまでもない。それ以降の熱処理は、通常の熱処理炉などを用いて通常の手順で行われる。

【0032】

溶体化処理温度は、大抵の場合H I P処理温度と同等であり、前述した如く耐熱気孔断熱材で被包した状態でも、問題となるような温度の変動は生じない。前述の如く高温・高圧での保持時間を例えば2～3時間程度に設定し、高圧で溶体化処理を終えた後は、当該温度を保持したまま放圧し、その後直ちに水クエンチを行う。水クエンチは、急冷効果を確保するため、500～540℃程度の溶体化処理温度から好ましくは150～200℃までを100℃/分程度以下、より好ましくは1000℃/分以下で行われる。

【0033】

該水クエンチまでの工程は、被処理品を耐熱気孔断熱材で被包した状態で処理される。しかし、水クエンチによって処理品が一旦降温した後は、それ以降の断熱被覆の必要はないので、この時点で耐熱気孔断熱材を取り外してから時効処理を行う。時効処理は常法に従って行えばよく、一般的には150～200℃、20～4時間程度で行われる。

【0034】

なお図3では、熱処理の初期に溶体化処理を兼ねてH I P処理する場合を示しており、H I P処理後は必要により更に短時間の溶体化処理を行った後、水クエンチおよび時効処理する例を示している。また図4の例では、溶体化処理のため被処理品を溶体化処理温度近傍にまで予熱した後、昇圧してH I P処理を行い、更に必要により短時間の溶体化処理を行ってから水クエンチおよび時効処理を行

う例を示している。

【0035】

いずれにしてもこの手法を採用すれば、HIP処理の際に溶体化処理を兼ねて実施することで、結果的に高圧条件下で溶体化処理を進めることになり、トータルの処理時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0036】

次に、HIP処理と熱処理を連続的に行えるシステム化された専用設備を用いる場合は、例えば図5、6に例示する様な設備を用いて実施される。

【0037】

この装置はAl合金铸件専用に設計されており、HIP装置本体も専用装置として設計製作されるため、HIP処理のための通常の高温・高圧保持時間に対し、その前後の昇温・昇圧および放圧に要する時間は合計で1～2時間程度とされる。従って高温・高圧保持時間が1時間である場合、その前後の昇温・昇圧、放圧を含めたHIP処理の総所要時間（HIP装置の占有時間）は2～3時間となる。

【0038】

図5は設備の配置例を示したもので、図中、1はHIP装置本体、2は溶体化処理用加熱装置、3は水クエンチ水槽、4はトンネル型時効処理炉、5は搬送台車、6は搬送レールを夫々示している。図示する如くHIP装置1が1台である場合、HIP処理時間に対して溶体化処理および時効処理に要する時間は長いので、一連の処理を効率よく実施するには、図示する如く複数台（図示例では3台）の溶体化処理用加熱装置2を設けるのがよい。

【0039】

水クエンチは短時間で実施できるので、水クエンチ水槽3は1槽だけで十分である。時効処理炉4は、1バッチ毎に処理する形態のものでもよいが、時効処理は水クエンチ後に行われるので、処理品が室温近傍の温度でハンドリングが容易であること、また時効処理温度は150～200℃程度と比較的低温であることから、時効処理炉4としては、後述する如く処理品を収納したバスケット毎に装入して処理するトンネル型の炉を使用する方が、設備コストや占有スペースを節

約するためにも有利である。

【0040】

そして、例えば後記図6に示す如く被処理品を、好ましくは耐熱気孔断熱材で被包した状態で例えば断熱容器内に装入し、HIP処理装置1でHIP処理を行った後、搬送台車5で溶体化用加熱装置2へ送って溶体化処理を行い、次いで搬送台車5で水クエンチ水槽3の上方へ移送してから該水槽3へ浸漬することによって水クエンチを行った後、水槽3から引き出して逐次トンネル型時効処理4へ送って時効処理を行う。

【0041】

実際の処理においては、たとえば図6に例示する様な構造の断熱構造体7を有する電気炉を組み込んだHIP装置や溶体化処理炉（後述の予熱にも使用）が用いられる。すなわち、図示するHIP装置1は、冷却用水ジャケットを備えた高压円筒1aとHIP容器上蓋1b、HIP容器下蓋1cを一体として構成され、HIP容器下蓋1cには、加熱ヒーターH、ファンFおよびファン駆動用モータMを一体とする強制対流型加熱装置が設けられている。なお該HIP装置1の具体的な構成はもちろん図示した構造のものに限定される理由はなく、要は、内部を所定温度・圧力に加熱・加圧状態で維持し得る機能を備えたものであれば、図示例以外にも様々の形状、構造のものを使用できる。図中8は、吊下げ用ワイヤを示している。

【0042】

HIP処理を行うに当っては、被処理品Aを前述した如く断熱気孔断熱材で被包した状態で、多孔金属板や金属網等からなる通気・通液性バスケットB内へ装入し、これらを断熱構造体7内へ入れ、高压円筒1a、HIP容器上蓋1b、HIP容器下蓋1cを密嵌させてから加熱・加圧し、HIP処理を行う。この様に、被処理品Aを断熱構造体7内に入れた状態でHIP処理や溶体化処理を行うようにしておけば、加熱のための昇温を効率よく遂行できると共に、大気中を搬送する際の降温も最小限に抑えることができるので好ましい。

【0043】

この断熱構造体7は、高压ガス雰囲気下での自然対流による放熱を効果的に抑

制できるよう、好ましくは2～3層の金属コップとセラミックス系断熱材で構成されており、大気圧下では更に優れた断熱性を発揮するので、HIP処理後、HIP装置から断熱構造物7に収納された状態で処理品Aを大気搬送しても、搬送過程で放熱による温度低下をほとんど生じることなく、次工程の溶体化処理に移行させることができる。

【0044】

溶体化処理位置で所定の溶体化処理を終えた後は、図示する如く、断熱構造物7内に収納した状態で水槽9の上方へ移送し、処理品AをバスケットB（他の収納具でももちろん可能）と共に水槽9内へ浸漬して水クエンチを行う。この間、処理品Aは断熱構造物9で保温されているので、移送時の温度効果も可及的に抑えられるが、溶体化処理位置から処理品Aを取り出し大気中で水クエンチするまでの時間は、この間の降温を更に抑えるため、15秒以内に行うことが望ましい。

【0045】

尚、前述した如く、「HIP処理に先立って、処理品AをHIP処理温度近傍まで予熱し、次いで加圧して所定時間保持した後、処理品Aの温度を保持したまま減圧し、そのまま溶体化処理、クエンチ、時効処理を順次行う方法」を実施し、気孔除去による真密度化のみを目的としてHIP処理を行う場合は、HIP処理時の保持時間を10～15分程度まで短縮することが可能となる。すなわち一般的に行われるHIP処理時の保持工程は、処理品の内部温度を炉内雰囲気温度まで高めガス圧力によって気孔を圧潰する現象と、圧潰後に元の気孔の内表面を互いに拡散接合せ、更には、析出物を拡散させて均質化する現象を進行させる工程を含んでおり、工業的に実施されている保持時間は1～3時間程度が通例であるが、この内の大半は前者、即ち処理品Aを炉内雰囲気温度まで昇温させるための時間として費やされる。従って、HIP処理の前の予熱操作で温度を十分に高めておけば、この間の時間を短縮することができる。

【0046】

一方、気孔欠陥の密着や析出物の拡散については、気孔欠陥や析出物の大きさにもよるが、大抵の場合は10～15分程度で十分な密着と拡散効果を得ること

ができる。

【0047】

結論として、HIP処理時の圧力保持時間をこの程度まで短縮することが可能となる。前掲の図4は、この様な予熱操作を行った場合における温度・圧力の操作工程を例示したもので、この様な操作を行うことで、HIP処理工程のみとしては1～2時間で処理を終えることが可能となる。このHIP処理時間に見合う様に溶体化処理炉や時効処理炉の台数を選定し、より好ましくは少なくとも時効処理炉については、図示する如くトンネル型の連続式時効処理炉を使用すれば、1～2時間サイクルでHIP処理と熱処理を行うことができ、しかも、気孔欠陥がなく機械的特性に優れ、且つ信頼性の高い製品を高歩留りで生産性よく製造することが可能となる。

【0048】

なお本発明の方法は、前述した特徴を活かして種々のAl合金鑄造品、具体的には、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Mg、Al-Cu-MgなどのAl合金鑄造品の改質に有効に活用できる。中でも、砂型鑄造された半重5kg以上の比較的大きな析出硬化型Al合金鑄造品に適用すると、これらは結晶粒が大きく気孔状欠陥や析出物も大きいので、該気孔状欠陥をなくすと共に析出物を微細分散させて改質するための技術として、本発明の特徴を一層有効に活かすことができる。

【0049】

【実施例】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適宜に変更を加えて実施することも可能であり、それらは何れも本発明の技術的範囲に包含される。

【0050】

JIS AC4CH合金(Al-7%Si-0.35%Mg)を用いて舟形のテストピース(台形断面で底辺が40mmおよび20mm、高さが40mm、長さが約200mm)を砂型鑄造し、従来技術および本発明に従って改質処理すること

により、機械的特性、生産性および加熱電力の消費量の評価を行った。基本的な処理温度等は、HIP処理；520℃×100MPa、溶体化処理；530℃、水クエンチ；水温60℃、時効処理温度；170℃とした。

【0051】

比較例1

図1に示した温度・圧力操作条件に従って処理を行った。HIP処理には、最高到達温度・圧力が1400℃×150MPaであるモリブデンヒーター使用の大型HIP装置を使用した。被処理品をHIP装置内へ装入し、約1時間かけてHIP装置内を真空引きしてガス置換を行った後、同時に昇温、昇圧した。この間、圧縮機の性能の関係で100MPaまで昇圧するのに2時間30分を要した。温度・圧力を515℃×100MPaで2時間保持した後、加熱電力を遮断して250℃まで自然放冷し、ガスを回収しつつ放圧した。放圧後の処理品の温度は、放圧によるガスの断熱膨張によって低下し約50℃となった。この状態で処理品を取り出した。この間の処理品装入から取り出しまでの時間は8時間であった。

【0052】

処理品を熱処理設備のある工場へ移送した後、熱処理用のバスケットに収納して溶体化処理炉へ装入し8時間の溶体化処理を行い、その後水クエンチを行った。次いで室温に3時間放置した後、時効処理炉へ装入して10時間の時効処理を行った。この間の一連の熱処理（T6処理）に要した時間は22時間であり、HIP処理から熱処理終了までの時間は、HIP処理から熱処理設備までの移送時間を除外しても30時間強を要した。

【0053】

処理品の機械的特性を、回転曲げ疲労試験による疲労強度測定によって調べたところ、 10^7 サイクルでの疲労強度は約118MPaであった。

【0054】

なお加熱に消費した電力は、HIP装置で150kwh、溶体化処理炉で200kwh、時効処理炉で100kwhであり、全体で約450kwhであった。

【0055】

実施例 1

図3に示した温度・圧力条件に従って改質処理を行った。なお被処理品は、ムライト系のセラミックス繊維からなる厚さ3mmのブランケットで被包した状態で処理に供した。HIP処理には、最高到達温度が1200℃、最高到達圧力が100MPaである、Fe-Al合金ヒーターを用いた高温開放可能なHIP装置を使用した。

【0056】

被処理品を前記ブランケットで被包した状態でHIP装置内へ装入した後、約30分かけて真空引きとガス置換を行い、その後約2時間で同時に昇温・昇圧して520℃×100MPaとし、同条件で2時間保持した。保持後、温度を530℃に昇温しつつ、ガスを回収しながら放圧することにより、約45分で大気圧間で降圧した。温度を530℃に保った状態でHIP装置を開放し、ブランケットで被包された状態の処理品を大気中へ取り出し、溶体化処理位置まで移送した。HIP装置での占有時間は約5時間30分であった。

【0057】

溶体化処理炉では530℃で5時間保持した後、ブランケットで包まれた状態の処理品を大気中へ取り出し、30秒以内に温度60℃の水クエンチ用水槽内に浸漬した。その後、水槽から取り出し被包したセラミックス繊維ブランケットを取り除いてから室温で3時間放置し、その後、時効処理炉へ装入して10時間の時効処理を行った。HIP処理から熟処理終了までに要した時間は24時間であり、前記比較例1に比べると6時間（約20%）の時間短縮ができた。

【0058】

得られた改質処理品について、前記比較例1と同様にして疲労試験を行ったところ、10⁷サイクルではほぼ同じ疲労強度を有していることが確認された。

【0059】

なおこの間の加熱に要した電力は、HIP装置で150kwh、溶体化処理炉で125kwh、時効処理炉で100kwhの総計375kwhであり、前記比較例1に比べて約75kwh（約17%）の省エネルギー効果が得られた。

【0060】

実施例2

前記実施例1と同様の装置を使用し、H I P処理時の保持条件を530℃×100MPa、保持時間を3時間として改質処理を行い、その後、温度を530℃に保持したまま放圧してから処理品を水クエンチした。次いで、前記実施例1と同様の時効処理を行ってから疲労強度の評価を行った。この間のH I P処理から熱処理終了までの所要時間は約19時間30分であり、前記比較例1に比べて約2/3の時間で処理できた。また、同様にして行った疲労強度の評価結果は、10⁷サイクルで120MPaであり、比較例1で得たものと同等以上であった。また加熱に消費した電力は、H I P装置で200kwh、時効処理炉で100kwh、総計は300kwhであり、前記比較例1に比べて150kwh（約33%）の省エネルギー効果が得られた。

【0061】

実施例3

図5、6に示した構造のH I P装置と水クエンチ水槽を使用し、図4に示した温度・圧力条件で改質処理を行った。

【0062】

被処理品を、ステンレス製のワイヤで製作されたバスケットに裸のまま装入してH I P装置の断熱構造体内へ収納し、専用の予熱用加熱装置により2時間かけて530℃まで昇温した後、同温度で3時間の保持した。内部を530℃に保持したまま、断熱構造体をH I P装置の下蓋に載置して処理品をH I P装置内へ装入した。次いで、約15分で窒素ガス置換した後、圧縮機を用いて30分で100MPaまで昇圧し、530℃で1時間保持した。保持後、温度を530℃に保持したまま、ガスを回収しつつ放圧して大気圧に戻した後、断熱構造体の内部温度を530℃に保持したまま予熱用加熱装置へ再度移送し、3時間保持した。

【0063】

次いで、処理品の収納された断熱構造体を水クエンチ用水槽の上方へ移送し、処理品とバスケットを降下させ水（40℃）に浸漬させて水クエンチを行った。その後、処理品を大気中に取り出し、室温で3時間放置して乾燥させた後、処理品を時効処理炉内へ装入して前記実施例1と同様の時効処理を行った。予熱開始

から熱処理終了までに要した時間は約23時間であり、比較例1に比べて約7時間の時間短縮ができた。得られた処理品の疲労強度特性は、比較例1で得た処理品の特性とはほぼ同等であった。

【0064】

また加熱に要した電力は、HIP装置の断熱構体の放熱量が少ないことから、HIP装置で100kwh、予熱および溶体化処理装置で72kwh、時効処理で100kwhの総計272kwhであり、前記比較例1に比べて178kwh（約40%）の省エネルギー効果が確認された。なお、HIP装置における高压容器の占有時間は約2時間30分であり、複数の断熱構体を準備することにより、比較例1の場合に比べてHIP処理品の生産性を少なくとも3倍以上に高め得ることが判明した。また、保持時間を15分程度まで短縮すれば、コスト高につくHIP装置の占有時間を1時間程度まで短縮可能であり、HIP処理部分の処理コストもこれに伴って大幅に低減できることが明白である。

【0065】

【発明の効果】

本発明は以上の様に構成されており、Al製造品のHIP処理を所謂T6処理（溶体化処理＋クエンチ＋時効処理）と組み合わせて極めて容易に効率よく行うことができ、HIP処理後に再加熱してから溶体化処理していた従来例に比較して再加熱による溶体化処理が不要となり、生産性を大幅に高めることができる。

【0066】

また技術的には、HIP処理によって当然に期待される気孔欠陥の消滅による延性や疲労寿命の改善はもちろんのこと、針状析出物の影響とされる疲労寿命の低下を回避することができ、極めて信頼性の高い製造製品を得ることができる。また処理工程の簡素化に伴って、製造時間の短縮、ひいては製造コストの低減により多大な経済的利益を享受できる。

【0067】

更に本発明と、本出願人が先に提案したAl合金製造品専用のHIP装置（特願2002-140767号）を組み合わせる実施すれば、予熱や溶体化処理をより効率よく実施することができ、HIP処理コストを従来のHIP処理の1/10程度以下に

まで激減できる。その結果、従来は処理コストの制約からH I P処理の適用が困難とされてきた自動車部品用A 1 鋳造部品への実用化にも道が開けることとなった。更に加えて、前述した機械的特性の改質効果により、鋳造部品の設計面での部品の薄肉化も容易となり、自動車部品などの軽量化やそれに伴う省エネルギー効果と排気ガス低減等の効果も享受し得るなど、自動車分野を始めとする様々の分野で幅広く有効に活用できる。

【0068】

しかも本発明の方法は、熔融塩の如き環境汚染の原因となる圧力媒体を使用しないクリーンなプロセスであるから、今後の環境問題への要請にも十分に応えることのできる有用な方法として普及が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

鋳造品の改質に従来から採用されているH I P処理→溶体化処理→時効処理からなる一連の処理法を例示する説明図である。

【図2】

鋳造品の改質に従来から採用されている他の処理法を例示する説明図である。

【図3】

本発明で鋳造品の改質に採用されているH I P処理→溶体化処理→時効処理からなる代表的な処理法を例示する説明図である。

【図4】

本発明で鋳造品の改質に採用されている溶体化処理（+H I P処理）→時効処理からなる他の処理法を例示する説明図である。

【図5】

本発明を実施する際に使用されるH I P処理から時効処理に亘る一連の処理シーケンスの具体例を示す概略説明図である。

【図6】

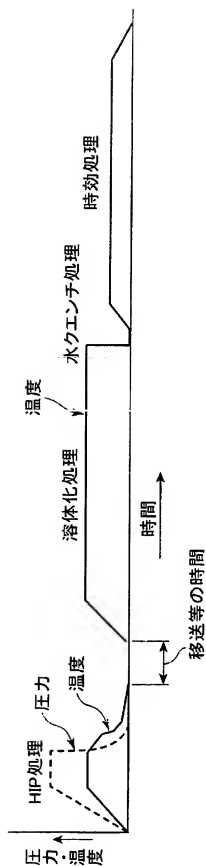
本発明を実施する際に好ましく採用されるH I P装置と水クエンチ水槽を組み合わせた専用の処理設備を例示する概略断面説明図である。

【符号の説明】

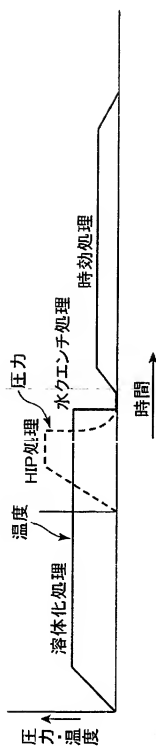
- 1 HIP装置本体
- 2 溶体化処理用加熱装置
- 3, 9 水クエンチ水槽
- 4 トンネル型時効処理炉
- 5 搬送台車
- 6 搬送レール
- 7 断熱構造体
- 8 吊下げ用ワイヤ
- 1 a 高圧円筒
- 1 b HIP容器上蓋
- 1 c HIP容器下蓋
- A (被)処理品
- B 通気・通液性バスケット
- F ファン
- H ヒーター
- M モータ

【書類名】 図面

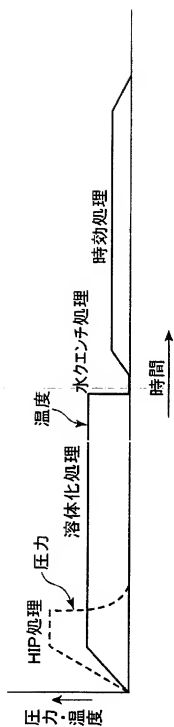
【図1】



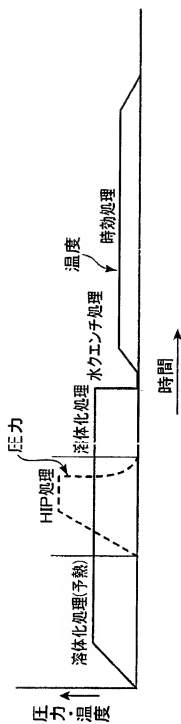
【図2】



【図3】



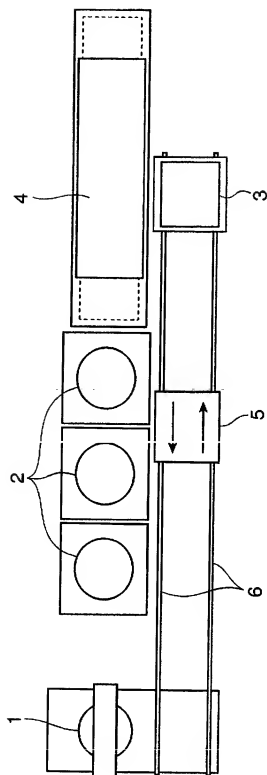
【図4】



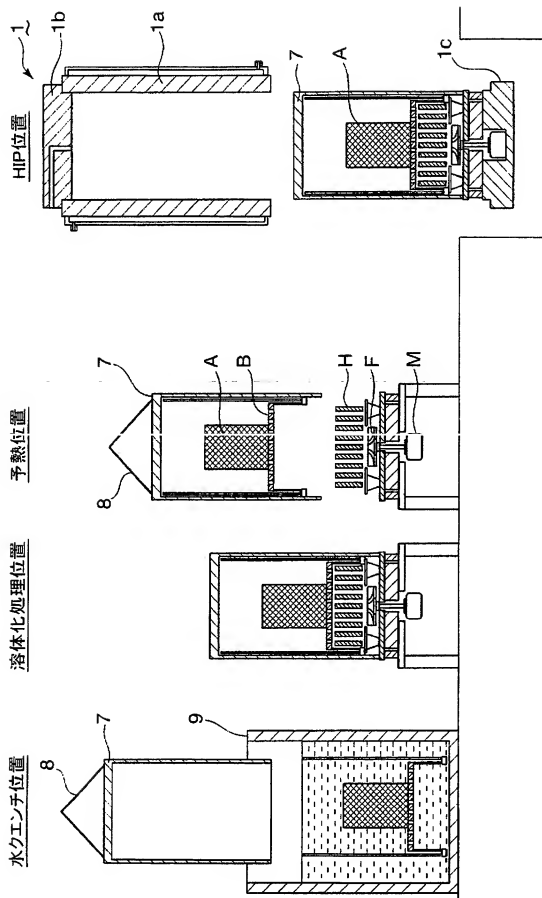
【図5】

溶体化処理ステーション

HIP処理ステーション



【図6】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 析出硬化型Al合金鑄造品にHIP処理と、大気圧下での熱処理（溶体化処理、クエンチ、時効処理）を実施する際に、①優れた品質の改質品を、②高歩留りで、③生産性良く、且つ④安価に、⑤環境にやさしく、⑥省エネルギー的方法で実現することのできる改質法を提供すること。

【解決手段】 析出硬化型Al合金の鑄造品に温度および圧力を作用させて機械的特性を改質するに当たり、該Al合金鑄造品に高温・高圧処理を施した後、当該処理品の温度を保持した状態で減圧し、引き続き溶体化処理、クエンチおよび時効処理を順次実施する。

特願2002-297227

出願人履歴情報

識別番号

[000001199]

1. 変更年月日

2002年 3月 6日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号

氏 名

株式会社神戸製鋼所